

Partial English translation of the document "A Quadrature and Gain Error Compensation Circuit for a PSK Demodulator"

2. Principle of Operation

Fig.1 shows a PSK receiver using a quadrature and gain error compensation circuit. The compensation circuit is placed between a quadrature quasi-coherent detector and a baseband delay detector, and performs following signal processing shown in the following equation (1) on in-phase component  $x_{i,k}$  and quadrature component  $x_{q,k}$  that are output data from the quadrature quasi-coherent detector. Accordingly, quadrature and gain error in the output of the quadrature quasi-coherent detector is compensated. In the equation (1),  $k$  indicates time.

(equation (1) as shown in the document)

Fig.2 shows a configuration of the compensation circuit. Coefficients  $h_{1,k}$ ,  $h_{2,k}$ ,  $h_{3,k}$  are sequentially updated for each symbol period by using CMA (Constant Modulus Algorithm), so that, by repeating the update, the values get closer to desired values. Updating equations for each coefficient are shown below (shown as (2)).

(equations (2) as shown in the document)

In the equations,  $e_k$  is shown below (shown as (3)).

(equation (3) as shown in the document)

In the equations (2) and (3),  $\mu$  indicates a step size parameter that controls the size of change when updating the coefficients, and  $\sigma$  indicates a desired amplitude.

---end of text---

**BEST AVAILABLE COPY**

# IEICE | 電子情報通信学会 1997年通信ソサイエティ大会 講演論文集 1

## 一般講演

- B-1. アンテナ・伝播 A, B.      B-4. 環境電磁工学  
B-2. 宇宙・航行エレクトロニクス      B-5. 無線通信システム A, B.  
B-3. 衛星通信

## シンポジウム

- SB-1. 衛星搭載用大型アンテナ開発とその応用  
SB-4. 電磁環境制御技術

## ソサイエティ企画

- パネル討論 PB-1. ワイヤレスカードシステムにおけるアンテナ・伝搬



1997年9月3日～6日 早稲田大学理工学部キャンパス(東京都新宿区)

September 3~6, 1997, WASEDA UNIVERSITY, TOKYO

COMMUNICATIONS SOCIETY  
THE INSTITUTE OF ELECTRONICS, INFORMATION AND COMMUNICATION ENGINEERS

社団法人 **電子情報通信学会**  
**通信ソサイエティ**

(大会終了までは複写を禁止します。大会終了後は目次の最終ページに記載の方法により複写できます。)



## いいコミュニケーションがこの星を変えてゆく。

あまりにたくさんの複雑な問題を抱える地球。

この星の未来は、人間がどれだけ力を合わせられるかにかかっています。

ひとりひとりの力は小さくても、いっしょに考え、取り組みれば、きっと大きな力になる。

NECはマルチメディアをはじめとするコミュニケーションの技術で、

地球の豊かな未来に役立ちたいと考えています。

# NEC

B-5-161

## PSK復調回路における直交性・振幅誤差補償回路

A Quadrature and Gain Error Compensation Circuit for a PSK Demodulator

山田 知之\*

Tomoyuki YAMADA

白戸 裕史\*

Yushi SHIRATO

田野 哲\*\*

Satoshi DENNO

\*NTTワイヤレスシステム研究所

NTT Wireless Systems Laboratories

\*\*NTTグループ企業本部

NTT Affiliated Business Headquarters

## 1. まえがき

直交準同期検波器とベースバンド帯遅延検波器からなるPSK復調回路で劣化要因となる、装置の不完全性に起因する直交性誤差及び振幅誤差に対する補償回路として、CMA(Constant Modulus Algorithm)を適用する構成法を提案し、動作原理及び効果について報告する。

## 2. 動作原理

図1に直交性・振幅誤差補償回路を用いたPSK受信機の構成を示す。本補償回路は直交準同期検波器とベースバンド帯遅延検波器の間に配置され、直交準同期検波器の出力である同相成分 $x_{i,k}$ と直交成分 $x_{q,k}$ に対して以下の式(1)に示す信号処理を行なう。これにより直交準同期検波器出力に生じる直交性及び振幅の誤差を補償する。ここで、添字の $k$ は時刻を表わす。

$$\begin{pmatrix} y_{i,k} \\ y_{q,k} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h_{3,k} & 0 \\ h_{2,k} & h_{1,k} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_{i,k} \\ x_{q,k} \end{pmatrix} \quad \text{equation (1)}$$

図2に本補償回路の構成を示す。係数 $h_{1,k}$ ,  $h_{2,k}$ ,  $h_{3,k}$ は、CMAを用いてシンボル周期毎に逐次的に更新され、更新を重ねることにより所望値に漸近する。各係数の更新式は次式で表わされる。

$$\begin{cases} h_{1,k+1} = h_{1,k} + \mu y_{q,k} x_{q,k} e_k \\ h_{2,k+1} = h_{2,k} + \mu y_{i,k} x_{q,k} e_k \\ h_{3,k+1} = h_{3,k} + \mu y_{i,k} x_{i,k} e_k \end{cases} \quad (2)$$

ただし、 $e_k$ は次式で与えられる。

$$e_k = \sigma^2 - (y_{i,k}^2 + y_{q,k}^2) \quad (3)$$

ここで、 $\mu$ はステップサイズパラメータで、係数更新の際の補正の大きさを制御する。また $\sigma$ は所望の振幅を表わしている。

## 3. シミュレーション結果

提案方式と、直交準同期検波器の出力をそのまま遅延検波器に入力する従来方式のBER特性をシミュレーションにより検証した。変調方式はQPSKとし、AWGNチャネルを仮定した。ここでは一例として $\pm 10\%$ 程度の装置誤差を想定し、直交準同期検波器出力における振幅誤差として直交成分/同相成分の値を0.8、直交性誤差を15[deg]とした。送受のローカル周波数差による位相回転を5[deg]とした。 $\mu$ は $10^{-4}$ とした。図3にBER特性を示す。

図中の理論値は特性劣化要因が存在しない場合の遅延検波器の特性である。BER= $10^{-3}$ において、提案方式は従来方式と比較して約2 dBの利得があることが分かる。またこの時、提案方式と理論値の差は0.5dB程度と小さいことから、本補償回路による直交性誤差及び振幅誤差に対する補償効果が確認できた。

## 4. まとめ

CMAを適用したPSK復調回路における直交性・振幅誤差補償回路を提案し、シミュレーションによりその有効性を示した。

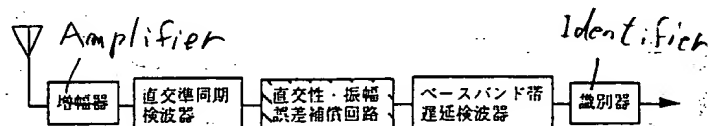


FIG. 1. 本補償回路を用いたPSK受信機の構成

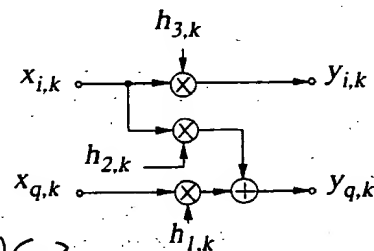


FIG. 2. 直交性・振幅誤差補償回路の構成

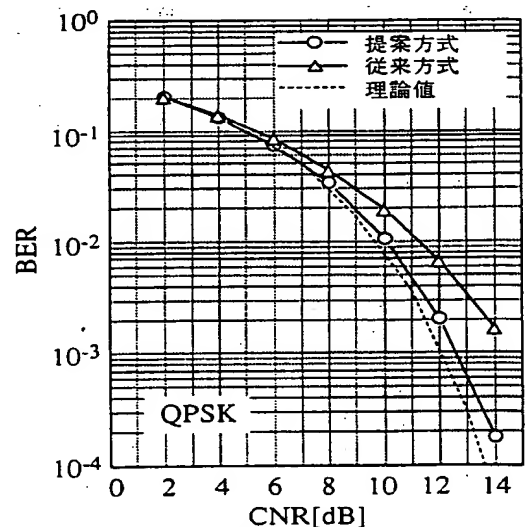


図3. BER特性

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**